

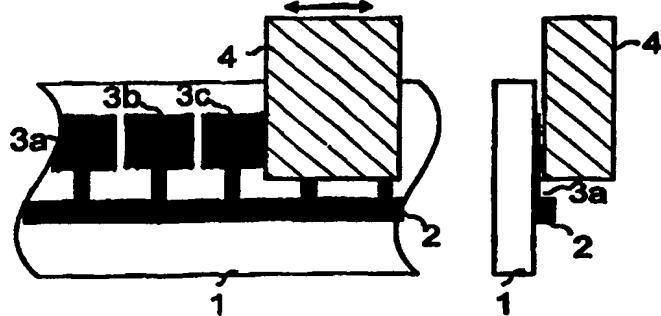
| | | | |
|--|--|---|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01P 1/06, H04B 5/00, H01F 38/14 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/29919 |
| | | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Juli 1998 (09.07.98) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00512 | | (81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CH, CN, CZ, HU, JP, KR, PL, RU, SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Januar 1998 (05.01.98) | | Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> | |
| (30) Prioritätsdaten: 197 00 110.6 3. Januar 1997 (03.01.97) DE 197 01 357.0 16. Januar 1997 (16.01.97) DE | | | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH [DE/DE]; Am Hartanger 10, D-82256 Fürstenfeldbruck (DE). | | | |
| (72) Erfinder; und | | | |
| (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LOHR, Georg [DE/DE]; Allinger Strasse 75, D-82223 Eichenau (DE). | | | |
| (74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; Münich – Rösler, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, D-80689 München (DE). | | | |

(54) Title: DEVICE FOR CONTACTLESS TRANSMISSION OF ELECTRICAL SIGNALS AND/OR ENERGY

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR KONTAKTLOSEN ÜBERTRAGUNG ELEKTRISCHER SIGNALE UND/ODER ENERGIE

(57) Abstract

The invention relates to a device for contactless transmission of electrical signals and/or energy between at least two parts that can be relatively moved towards each other. Multiple defined electromagnetic coupling elements, the near field of which causes the contactless transmission, are provided in the parts whose signals and/or energy should be transmitted. The inventive device is characterized in that the coupling elements form in the at least one part a conductor structure configured as tandem circuit, which is reflection-free, and in that each coupling element is independent from the other coupling elements on said part and constitutes a resonance system with a resonance frequency, which is larger than the largest frequency of the broad band signals to be transmitted. An alternative configuration is characterized in that each coupling element provided in the at least one part comprises at least one resonator consisting of a single element which is resonant in itself and independent from the other coupling elements, the resonance frequency of which is approximately the same as that of the signals to be transmitted, and in that the individual resonators are connected by means of a line that is reflection-free.



(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird eine Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie zwischen wenigstens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen, bei der an den Teilen, zwischen denen Signale und/oder Energie übertragen werden soll, eine Vielzahl definierter elektromagnetischer Koppelemente vorgesehen sind, deren Nahfeld die kontaktlose Übertragung bewirkt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß die Koppelemente an wenigstens einem Teil eine als Kaskadenschaltung ausgebildete Leiterstruktur bilden, die reflexionsfrei abgeschlossen ist, und daß jedes Koppelement unabhängig von den anderen Koppelementen an diesem Teil ein Resonanzsystem mit einer Resonanzfrequenz ist, die größer als die größte Frequenz der zu übertragenden breitbandigen Signale ist. Eine alternative Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, daß jedes der an wenigstens einem Teil vorgesehenen Koppelemente wenigstens einen Resonator enthält, der aus einem einzigen, in sich und unabhängig von den anderen Koppelementen resonanzfähigem Element besteht, dessen Resonanzfrequenz in etwa gleich der Frequenz der zu übertragenden Signale ist, und daß die einzelnen Resonatoren über eine Leitung miteinander verbunden sind, die reflexionsfrei abgeschlossen ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|---|-----------|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie zwischen wenigstens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen, bei der an wenigstens einem Teil eine Vielzahl definierter elektromagnetischer Koppelemente vorgesehen ist, deren Nahfeld die kontaktlose Übertragung bewirkt.

Derartige Vorrichtungen werden zur Übertragung von elektrischen Signalen bzw. elektrischer Energie zwischen zwei oder mehr relativ zueinander beweglichen Teilen eingesetzt. Die Bewegung kann dabei eine rotatorische, eine translatorische oder eine zusammengesetzte Bewegung sein.

Der Übersichtlichkeit halber wird in der vorliegenden Beschreibung nicht zwischen der Übertragung zwischen gegeneinander beweglichen Einheiten und einer feststehenden und dazu beweglichen Einheiten unterschieden, da dies nur eine Frage des Ortsbezugs ist, und keinen Einfluß auf die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung hat. Ebenso wird nicht weiter zwischen der Übertragung von Signalen und Energie unterschieden, da die Wirkungsmechanismen gleich sind.

Stand der Technik

Bei translatorisch und insbesondere linear beweglichen Einheiten wie Kran- und Förderanlagen sowie bei drehbaren Einheiten wie Radaranlagen oder auch Computertomographen ist es notwendig, zwischen gegeneinander beweglichen Einheiten bzw. einer feststehenden und wenigstens einer dazu beweglich angeordneten Einheit elektrische Signale bzw. Energie zu übertragen.

Beispielsweise dann, wenn die Relativgeschwindigkeit der Einheiten vergleichsweise hoch ist, ist es von Vorteil, wenn die Übertragung kontaktlos erfolgt. Eine kontaktlose Übertragung hat darüberhinaus gegenüber einer kontaktierenden Übertragung beispielsweise mittels Schleifkontakte Vorteile, wenn bei der Übertragung digitaler Signale hohe Datenraten übertragen werden sollen bzw. für die Übertragung analoger Signale hohe Bandbreiten erforderlich sind:

Bei herkömmlichen (kreisförmigen) Schleifringen begrenzt der Durchmesser des Schleifrings die maximal übertragbare Frequenz. Diese ist dann erreicht, wenn der Schleifring-Umfang einer halben Wellenlänge der zu übertragenden Signale entspricht.

Vorrichtungen zur kontaktlosen Übertragung von Signalen bzw. elektrischer Energie sind in den verschiedensten Ausführungen bekannt. Hierzu wird u.a. auf das bekannte Lehrbuch Meinke/Gundlach „Taschenbuch der Hochfrequenz-

technik" Springer-Verlag, Berlin, 1968, Seite 186 (Resonanzübertrager) verwiesen.

Eine hierauf aufbauende Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie zwischen wenigstens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen, von der bei der Formulierung des Oberbegriffs der Patentansprüche 1 bzw. 3 ausgegangen wird, ist aus der DE 42 36 340 C2 bekannt. Bei der aus dieser Druckschrift bekannten Anordnung zur induktiven Übertragung von Energie im Bereich mittlerer Frequenzen von einer auf einem Stator angeordneten Primärspule auf einen mit wenigstens einer Sekundärspule ausgestatteten Verbraucher besteht die Primärspule aus in Gruppen von in Reihe geschalteten Spulen, wobei pro Gruppe ein Kondensator in Reihe geschaltet ist. Alle Gruppen sind jeweils parallel an eine Mittelfrequenzsammelleitung angeschlossen, wobei die Impedanzen jeder Spulengruppe und des jeweiligen Kondensators so bemessen sind, daß bei induktiver Kopplung einer Gruppe an einen der bewegbaren Verbraucher die Resonanzbedingung für diese Gruppe zumindest annähernd erfüllt ist.

Diese bekannte Vorrichtung ist zwar für die Übertragung elektrischer Energie sehr gut geeignet, aufgrund der Tatsache, daß sie als Resonanzübertrager arbeitet, ist sie jedoch nicht für die breitbandige Übertragung elektrischer Signale geeignet. Darüberhinaus kann sie aufgrund der räumlichen Anordnung der Spulen nicht bei Arbeitsfrequenzen im MHz Bereich und darüber eingesetzt

werden. Dies schließt einen Einsatz beispielsweise in Computertomographen aus.

Eine insbesondere zum Einsatz in Computertomographen gedachte Vorrichtung zum Übertragen elektrischer Signale zwischen zwei längs einer Strecke relativ zueinander beweglichen, insbesondere relativ zueinander drehbaren Teilen, mit denen eine Sender- bzw. eine Empfängeranordnung verbunden ist, ist aus der DE 33 31 722 A1 bekannt. Diese bekannte Vorrichtung weist an jedem Teil Koppelemente auf, von denen jedes wenigstens eine Elektrode enthält, so daß das Signal kapazitiv über die jeweils gegenüberstehenden Elektroden übertragen wird.

Diese aus dem Jahre 1983 stammende Vorrichtung hat jedoch ebenfalls den Nachteil, daß sie nicht geeignet ist, Signale mit der derzeit für Computertomographen erforderlichen Bandbreite zu übertragen, da an den Koppelementen bereits bei niedrigen Frequenzen Reflexionen auftreten. Abhilfe würde zwar die Verwendung von getrennten Verstärkern für jedes Koppelement schaffen, die Verwendung einer Vielzahl von Verstärkern führt jedoch zu einem hohen Kostenaufwand.

Darüberhinaus führt die Struktur über die offenen Koppelemente zu einer sehr hohen elektromagnetischen Störstrahlung.

Aus der DE-OS 26 53 209 ist eine koaxiale Mehrfachdrehkupplung zur Übertragung von Hochfrequenzenergie bekannt, bei der ebenfalls Koppelemente in Form von

Kondensatorplatten verwendet werden, die immer zu 100% im Eingriff sind. Hierdurch ergibt sich zwar ein reflektionsfreier und damit breitbandiger Abschluß.

Der Aufbau der Drehkupplung ist aber insbesondere dann, wenn diese einen großen Durchmesser haben soll, wie es beispielsweise bei Computertomographen erforderlich ist, kompliziert und damit kostenaufwendig.

Aus der DE 44 12 958 A1 und der DE 195 33 819 A1 sind weitgehend ähnliche Vorrichtungen und Verfahren für eine Kommunikation mit hoher Datenrate, insbesondere in einem Computertomographie-System bekannt:

Hierzu wird beispielsweise in einem Computertomographen mittels eines Kopplers elektrische Energie aus einer Übertragungsleitung ausgekoppelt, wobei die Leitung selbst die Funktion des Kopplers übernimmt, also in gleicher Weise wie eine Leckleitung in der Nachrichtentechnik wirkt. Hierzu wird auf das bereits genannte Lehrbuch Meinke/Gundlach, Seite 304 (Stichwort: gekoppelte Leitungen) verwiesen.

Diese bekannten Vorrichtungen weisen damit keine Vielzahl definierter Koppelemente, sondern lediglich eine Streifenleitung auf, so daß sie einer anderen Gattung als im Oberbegriff der Patentansprüche 1 bzw. 3 vorausgesetzt angehören. Der Nachteil einer solchen Streifenleitung ist die breitbandige Abstrahlung hochfrequenter Energie von der als Koppler dienenden Leitung:

Die Leitung kann beispielsweise in Computertomographen eine Länge von bis zu 4m und in Förderanlagen ein Vielfaches davon besitzen. Daher ist sie bereits bei geringer Fehlanpassung ein Strahler mit sehr niedriger unterer Grenzfrequenz. Ebenso ist sie aufgrund ihrer Ausdehnung sehr empfindlich gegen externe Störungen. Diese werden von der Leitung empfangen und an alle anderen Einheiten weitergeleitet.

Der in der DE 195 33 819 A1 beschriebene Schirm bringt nur eine geringfügige Verbesserung. Anstelle der beschriebenen Dämpfung von maximal 55 dB ist in Versuchen lediglich eine breitbandige Dämpfung von 10 dB mit Spitzenwerten von 20 dB ermittelt worden.

Ein weiterer Nachteil dieser bekannten Verfahren und Vorrichtungen ist, daß im Falle einer Einkopplung von Signalen durch die relativ beweglichen Einheiten in die Leitung nur wenig Energie übertragen werden kann. So müßte zur Verbesserung der Verkopplung die Oberfläche der Leitung vergrößert werden. Dies führt zu einer niedrigen Leitungsimpedanz und damit zu einer erhöhten Störempfindlichkeit.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie zwischen wenigstens zwei relativ zu einander beweglichen Teilen anzugeben, die bei großer Bandbreit bzw. hohen möglichen Datenraten eine geringe Störempfindlichkeit aufweist.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist in den nebengeordneten Patentansprüchen 1 und 3 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Bei der im Anspruch 1 angegebenen erfindungsgemäßen Lösung enthält jedes der an wenigstens einem Teil vorsehenen Koppelemente wenigstens einen Resonator, der aus einem einzigen, in sich und unabhängig von den anderen Koppelementen resonanzfähigen Element besteht. Die Resonanzfrequenz des bzw. der Resonatoren ist in etwa gleich der Frequenz der zu übertragenden Signale. Die einzelnen Resonatoren sind über eine Leitung miteinander verbunden, die reflexionsfrei abgeschlossen ist. Damit ist es möglich, bei vergleichsweise geringen Abstrahlverlusten die zu übertragenden Signale bzw. die zu übertragende elektrische Energie mit großem Wirkungsgrad zu übertragen. Gleichzeitig ist der Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung einfach und damit kostengünstig. Die Resonanz der einzelnen Resonatoren kann eine Serien- oder eine Parallelresonanz sein.

Im Anspruch 2 sind verschiedene, nicht abschließende, jedoch bevorzugte Möglichkeiten für Resonatoren angegeben. Eine besonders bevorzugte Möglichkeit ist neben den aufgeführten Hohlraum-Resonatoren, dielektrischen, ferrimagnetischen und/oder piezoelektrischen Resonatoren der Einsatz von Leitungsresonatoren, da diese einfach und damit kostengünstig aufzubauen und vor allem anzusteuern sind.

Diese Leitungsresonatoren können beispielsweise eine kammförmige Anordnung von leitenden Flächen auf einem Isolator aufweisen, wobei die kammförmige Anordnung durch einen definierten Wellenwiderstand abgeschlossen ist, so daß verglichen mit dem Stand der Technik eine größere räumliche Ausdehnung möglich ist. Diese Anordnung hat darüberhinaus den Vorteil, daß sie einfach und damit kostengünstig auf einer „gedruckten Leiterplatte“ zu realisieren ist.

Dabei bildet das Koppelement z.B. als kurzes Leitungsstück einen Resonator, der bei seiner Resonanzfrequenz besonders günstige Koppeleigenschaften besitzt. Solche Resonatoren können auch Leitungstransformatoren sein, die eine Anpassung der Impedanz der Koppeleinrichtungen an die Impedanz des Leitungssystems vornehmen. Um die Bandbreite und die Güte solcher Resonatorsysteme an die Übertragungsaufgabe anzupassen, können die Resonatoren bedämpft sein bzw. können auf unterschiedliche Resonanzfrequenzen abgestimmte Resonatoren miteinander kombiniert werden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die Koppelemente als resonanzfähige Koppelleitungen ausgeführt. Dies sind Leitungsstücke, die ungeschirmt ausschließlich dem Zweck der Kopplung dienen.

Eine alternative Lösung der erfindungsgemäß gestellten Aufgabe ist im Patentanspruch 3 angegeben. Bei dieser Lösung bilden die Koppelemente an wenigstens einem Teil eine als Kaskadenschaltung ausgebildete Leiterstruktur, die reflexionsfrei abgeschlossen ist. Weiterhin ist jedes Koppelement unabhängig von den anderen Koppelementen an diesem Teil ein Resonanzsystem mit einer Resonanzfrequenz, die größer als die größte Frequenz der zu übertragenden breitbandigen Signale ist.

Unter „Resonanzsystem“ bzw. „resonanzfähig“ wird im Falle der vorliegenden Erfindung eine zur Signalübertragung bzw. Filterung nutzbare Resonanz verstanden.

Unter Kaskadenschaltung wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung der allgemeine Fall einer Verschaltung von Vierpolen verstanden, jedoch keine einfache Serien- oder Parallelschaltung. Ein Beispiel für eine Kaskadenschaltung ist der Fall, daß das nachfolgende Koppelement als Eingangssignal die Spannung bzw. den Strom an wenigstens einem Blindelement des vorigen Koppelements abgreift.

Insbesondere kann das von den Koppelementen gebildete System eine Tiefpaßcharakteristik haben. Damit hat das Leitungssystem bei niedrigen Frequenzen Leitungseigen-

schaften und besitzt bei hohen Frequenzen eine sehr hohe Dämpfung, so daß die erfindungsgemäße Vorrichtung eine sehr große Störfestigkeit aufweist. Unter niedrigen Frequenzen wird hierbei ein zur Übertragung von Signalen nutzbares Frequenzband verstanden, das im Bereich bis zu einigen 100 MHz bis GHz liegen kann. Erfindungswesentlich ist dabei die Eigenschaft, daß durch die Dimensionierung ein zur Übertragung nutzbares Frequenzband, beispielsweise 0-300 MHz selektiert werden kann, Frequenzen oberhalb dieses Frequenzbandes werden stark unterdrückt.

In jedem Falle ist es bevorzugt, wenn die Leiterstruktur als Gesamtheit nicht resonanzfähig ist. Hiermit ist gemeint, daß zwar die Resonatoren, nicht jedoch die Leiterstruktur in dem zur Übertragung genutzten Frequenzband eine Resonanzfrequenz haben.

Beispielsweise hätte eine 100 m lange Leiterstruktur, die Resonatoren mit einer Resonanzfrequenz von 300 MHz enthält, selbst eine Resonanz bei ca. 3 MHz. Diese Resonanz soll nicht zur Informationsübertragung verwendet werden und wird vorteilhafter Weise unterdrückt.

Hierdurch wird die störenden Abstrahlung über die Leiterstruktur minimiert.

Bei beiden erfindungsgemäßen Lösungen erfolgt die Verkopplung der relativ zueinander beweglichen Teile mit einer Vielzahl definierter elektromagnetischer Koppelemente, die untereinander mit einer Leitung bzw. einer

Leiterstruktur verbunden sind, die reflexionsfrei abgeschlossen ist, also einen definierten und angepaßten Wellenwiderstand aufweist. Damit wird in jedem Falle der beim Stand der Technik vorhandene Nachteil der direkten Beeinflussung der Leitung vermieden.

U. a. können damit das Leitungssystem als Mittel zur Übertragung der Signale und die Koppelemente als Mittel zur Signalkopplung jeweils für sich optimiert werden. Das Leitungssystem kann hier aus einer einzigen Leitung oder auch aus einer Vielzahl miteinander verbundener Leitungen bestehen, welche auch entsprechend dem Stand der Technik verschaltet sein können.

Dabei ist es bevorzugt, wenn der Aufbau symmetrisch ist.

Die Verkopplung kann im allgemeinsten Fall durch elektromagnetische Felder und Wellen und insbesondere induktiv und/oder kapazitiv erfolgen. In speziellen Ausführungen können auch Verkopplungen über rein elektrische bzw. magnetische Felder erfolgen.

Weiterhin ist es bevorzugt, wenn jedes resonanzfähige Koppelement aus einem Glied besteht, das wenigstens einen induktiv und einen kapazitiv wirkenden Bestandteil enthält.

Insbesondere kann jedes Koppelement aus einer einzigen Induktivität und einer einzigen Kapazität bestehen. Diese Lösung ist technisch besonders einfach und erfor-

dert einen geringen Dimensionierungsaufwand. Hier kann auch eine spezifische Kopplungsart vorgegeben werden. Bei der Ausführung mittels Kapazitäten erfolgt die Kopplung überwiegend durch elektrische Felder, bei der Ausführung mittels Induktivitäten dagegen durch magnetische Felder. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, Koppelemente zu verwenden, die Resonanzkreis höherer Ordnung enthalten, bei denen beispielsweise zwei Kapazitäten durch zwei parallel geschaltete Induktivitäten verbunden sind.

Die einzelnen Induktivitäten der verschiedenen Koppelemente eines Teils sind - bei Verwendung einer einzigen Induktivität pro Koppelement - bevorzugt in Reihe geschaltet, so daß die Grenzfrequenz des Tiefpasses leicht auf die gewünschte Frequenz insbesondere im Bereich von 100 bis 10 000 MHz einstellbar ist. Die in Reihe geschalteten Induktivitäten bilden damit selbst die Leiterstruktur und benötigen daher keine Sammelleitung wie beim Stand der Technik.

Für vorstehend genannten Frequenzbereich ist es weiterhin von Vorteil, wenn eine durchgehende und insbesondere eine „gerade“ Leitung die einzelnen Induktivitäten bildet.

In jedem Falle können die Induktivitäten bzw. Kapazitäten als Strukturen einer Leiterplatte ausgebildet sein, so daß sich ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau ergibt, der darüberhinaus in einfacher Weise ei-

ne Anpassung an die jeweilige Geometrie der sich relativ zueinander bewegenden Teile erlaubt.

Dem dient auch, wenn die Leiterplatte eine flexible Platte ist, da eine derartige Platte - insbesondere dann, wenn sie eine spezielle Geometrie, wie beispielsweise Schlitze aufweist - leicht in nahezu beliebige Formen bringbar ist. Die Verwendung einer geschlitzten Leiterplatte ist dagegen bei Streifenleitungen naturgemäß nicht möglich.

Beim Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Leiterplatte ist es ferner möglich, daß die Kapazitäten als flächige leitende Elemente auf der (flexiblen) Leiterplatte ausgebildet sind. Die flächigen leitenden Elemente können über Stichleitungen mit der durchgehenden Leitung verbunden sein oder direkt an diese seitlich anschließen. Weiterhin ist es möglich, daß beidseits der durchgehenden Leitung flächige leitende Elemente vorgesehen sind.

Insbesondere können auf beiden Seiten der Leiterplatte Leiterstrukturen mit einer Massefläche, Kapazitäten und/oder Induktivitäten vorgesehen sein.

Selbstverständlich ist es auch möglich, daß die Induktivitäten und/oder die Kapazitäten diskrete Elemente sind. Auch eine Kombination von diskreten Elementen und auf einer Leiterplatte realisierten Elementen ist möglich.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere auf unterschiedliche Frequenzbereiche abgestimmte Koppelemente räumlich nahe beieinander angeordnet sind, so daß sich eine auf diese Frequenzbereiche abgestimmte Koppelstruktur ergibt. Hierdurch ist sowohl eine breitbandige Übertragung als auch eine mehrkanalige Übertragung in mehreren unabhängigen Frequenzbändern möglich. Dadurch ergibt sich eine Koppelstruktur, die eine selektive Kopplung in diesen vorgegebenen Frequenzbereichen ermöglicht. So kann z.B. in einer Anlage, die in den Frequenzbereichen 100 MHz und 900 MHz arbeitet, eine Kombination aus diskreten Resonanzkreisen für das untere Frequenzband, sowie Leitungsresonatoren für das obere Frequenzband eingesetzt werden. Durch diese Kombination kann eine erhöhte Störunterdrückung im Bereich zwischen diesen beiden Frequenzbändern erreicht werden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden mehrere Koppelemente derart kombiniert, daß sich nach außen hin ein vorbestimmtes Strahlungsdiagramm ergibt. Dies kann nach den allgemein bekannten Regeln zur Dimensionierung von Antennen und Strahlergruppen erfolgen. Damit kann die Abstrahlung unerwünschter Energie in Bereiche, die besonders empfindlich sind, minimiert werden.

Die Ausgestaltung, bei der die Koppelemente als Differenzkoppelemente ausgebildet sind, und bei der ein Differenzsignal an die Koppelemente angelegt ist, ermöglicht eine besonders störsichere Signalübertragung.

Hierzu sind mindestens zwei Koppelemente mit Differenzsignalen aus zwei Differenzsignale führenden Leitungen oder über eine symmetrierende Anpassungsschaltung wie Symmetrierübertrager zu speisen.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung können an allen Teilen einander angepaßte, resonanzfähige Koppelemente vorgesehen sein. Ferner ist es auch möglich, daß lediglich an einem Teil resonanzfähige Koppelemente vorgesehen sind, und daß an den anderen Teilen als Koppelemente herkömmliche Sender bzw. Empfänger vorgesehen sind. Beispielsweise können die Sender bzw. Empfänger Spulen, Ferritkerne und/oder Kondensatoren aufweisen.

Weiterhin können die herkömmlichen Koppelemente als dem Stand der Technik entsprechende Antennen (Strahler) ausgebildet sein. Diese können beispielsweise als planare Antennen in Streifenleitungstechnik oder auch als Stabantennen bzw. Rahmenantennen ausgebildet sein.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden im Falle einer bevorzugten Signalflußrichtung die erfindungsgemäß ausgebildeten Koppelemente auf der Senderseite und herkömmliche Koppelemente auf der Empfangsseite angeordnet. Eine solche bevorzugte Signalflußrichtung existiert beispielsweise, wenn genau ein Sender und mindestens ein Empfänger vorhanden sind, oder wenn in genau einer Richtung eine möglichst hohe Übertragungsqualität gefordert ist. Eine Verbindung auf den Pfad erfindungsgemäßes Koppelement - Koppelele-

ment - Leitungssystem - Koppelement - erfindungsgemäßes Koppelement hat die niedrigste Übertragungsqualität. Hier treten zweimal die Koppeldämpfungen des Überganges herkömmliches Koppelement - erfindungsgemäßes Koppelement sowie die Verluste im Leitungssystem auf. Besser ist die Verbindung herkömmliches Koppelement - erfindungsgemäßes Koppelement - Leitungssystem, da hier die Verluste des Überganges herkömmliches Koppelement - erfindungsgemäßes Koppelement nur einmal auftreten. Am besten ist jedoch die Verbindung Leitungssystem - erfindungsgemäßes Koppelement - herkömmliches Koppelement, da hier das unverstärkte Signal lediglich die Dämpfung der Strecke Koppelement - erhöht. So kann das um diesen Dämpfungsfaktor (z. B. 10 dB) abgeschwächte Signal direkt wieder in dem herkömmlichen Koppelement verstärkt werden. Im Leitungssystem wird noch das Originalsignal mit hohem Pegel geführt. Auf dem umgekehrten Signalweg (herkömmliches Koppelement - erfindungsgemäßes Koppelement - Leitungssystem) wird das gedämpfte Signal im Leitungssystem geführt, wo es durch andere Signale aufgrund seines niedrigeren Pegels leichter gestört werden kann. Aus dieser Betrachtung ergibt sich, daß die beste Übertragungsgüte eines Signals auf der Strecke Leitungssystem - erfindungsgemäßes Koppelement - herkömmliches Koppelement erreicht werden kann.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es weiterhin von Vorteil, wenn zur Einspeisung der zu übertragenden Signale bzw. der Energie bzw. zur Weiterleitung der übertragenen Signale bzw. Energie dienenden Leitung-

ssysteme geschirmt und damit von den Koppelementen entkoppelt ausgeführt sind, so daß die Abstrahlung über die Zuleitungssysteme und die Aufnahme von Störennergie minimiert wird. Erfindungsgemäß genügt eine Ausgestaltung der Vorrichtung derart, daß die Koppelemente den überwiegenden Anteil an der Kopplung besitzen. Eine geringe restliche Verkoppelung der beweglichen Koppeleinrichtungen mit dem Leitungssystem ist in der Regel nicht schädlich. Dennoch kann es in bestimmten Fällen sinnvoll sein, die Leitung vollständig zu schirmen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn nur eine schmalbandige Einkopplung in die Leitung erwünscht ist und in der Umgebung breitbandig hohe Störpegel auftreten.

Ferner ist es möglich, wenigstens eine Aktivierungseinheit vorzusehen, die erst bei Annäherung der Koppelemente eines relativ bewegten Teil das jeweilige Koppellement an dem Teil aktiviert, an den sich der relativ bewegte Teil annähert.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der Arbeitsbereich der Koppelemente an die Übertragungsaufgabe angepaßt. Im Falle von Resonatoren als Koppelemente können diese so dimensioniert werden, daß sie erst bei Annäherung von an einem relativ bewegten Teil vorgesehenen Koppelementen mit bestimmten dielektrischen oder magnetischen Eigenschaften ihre Soll-Resonanzfrequenz erhalten. Damit wird erreicht, daß erst bei Annäherung dieser Koppelemente Energie abgegeben wird.

Sind die Koppelemente weiter entfernt, so ist bei-spielhaft im Falle eines Resonators der Resonator ver-stimmt, strahlt keine Energie ab und belastet das Lei-tungssystem nicht. Ebenso kann ein verstimmter Resona-tor keine Energie bei seiner Arbeitsfrequenz in das Leitungssystem einkoppeln. Weiterhin können die Koppel-elemente derart gestaltet werden, daß sie sich bei An-näherung unterschiedlicher Koppeleinrichtungen auf un-terschiedliche Arbeitsbereiche abstimmen lassen. So können an einem relativ bewegten Teil vorgesehene Kop-pelemente mit unterschiedlichen Dielektrizitätskon-stanten die Koppelemente auf unterschiedliche Ar-beitsfrequenzen abstimmen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Er-findung besitzen die Koppelemente eine Aktivierungs-einrichtung, welche die Annäherung einer Koppeleinrich-tung feststellt und im Falle einer Annäherung das je-weilige Koppelement aktiviert.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden die Koppelemente durch zusätzliche aktive oder passi-ve Bauteile mit dem Leitungssystem verkoppelt. Solche Bauteile können Halbleiter als Schalter oder auch Ver-stärker sein, die den Signalfluß steuern und/oder auch den Signalpegel anheben. Passive Bauteile zur Kopplung können Richtkoppler sein, die z.B. im Falle einer uni-direktonalen Übertragung vom Leitungssystem den Si-gnalfluß in die Koppelemente zulassen, aber von außen durch die Koppelemente eingekoppelte Störungen vom

Leitungssystem fernhalten. Dies gilt auch für den Fall, daß Koppelemente als Richtkoppler ausgeführt sind. Selbstverständlich können zur Entkopplung auch nichtreziproke Bauelemente wie Zirkulatoren eingesetzt werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung werden unterschiedliche Arten von Koppelementen miteinander kombiniert. So kann z.B. an einer Stelle des Systems eine breitbandige Übertragung mit kapazitiven Koppelementen und andernorts in einem gestörten Umfeld eine schmalbandige Übertragung mit Resonatoren erforderlich sein.

Ferner ist es möglich, daß die Koppelemente durch einen Schirm aus elektrisch leitfähigem Material geschirmt werden. Dieser Schirm kann die Koppelemente mit oder auch ohne das Leitungssystem oder Teile davon umfassen. Der Schirm hat seine beste Wirkung, wenn er die Koppelemente möglichst weit umschließt.

Eine zu einem Resonanzkreis ergänzte induktive oder kapazitive Übertragungseinrichtung besitzt ihre optimalen Übertragungseigenschaften ausschließlich im Punkte der Resonanzfrequenz. Daher wird erfindungsgemäß die Schaltung zu einem Leistungsoszillator ergänzt, in dem der zur Übertragung verwendete Resonanzkreis das frequenzbestimmende Schaltungselement ist. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich bei dem Resonanzkreis des Übertragungselements um einen Serien- oder Parallelkreis handelt. Es kann auch durch weitere zusätzliche Blindelemente zu einem mehrkreisigen, resonanzfähigen System

ausgebildet werden. Wesentlich ist, daß das Übertragungssystem derart gestaltet ist, daß es durch Mitkopp lung zur Oszillation bei mindestens einer Resonanzfrequenz des Systems, bei der eine Energieübertragung möglich ist, zur Oszillation angeregt werden kann.

Die Anordnung besteht aus einem verstärkenden Element, welches die resonante Übertragungseinrichtung speist. Eine Signalisierungseinrichtung ermittelt aus Strömen und Spannungen der Resonanzelemente ein Signal, welches zumindest eine Phaseninformation enthält und signalisiert diese dem verstärkenden Element. Um ein schwingfähiges Gebilde zu erhalten, ist in dieser Anordnung eine schaltende oder verstärkende Komponente notwendig, mit einer derartigen Verstärkung, daß die Schwingbedingung (siehe Tietze, Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Springer Verlag, 10. Auflage, S. 459) erfüllt ist. Ob die schaltende oder verstärkende Komponente hier als reiner Halbleiterschalter oder als lineares Verstärkungselement ausgeführt ist, hat keinen Einfluß auf die Funktion der erfindungsgemäßen Anordnung. Daher wird im weiteren Text auch nicht zwischen Schalter und Verstärker unterschieden.

In einer besonders vorteilhaftn Ausgestaltung der Erfindung enthält im Falle einer Serienresonanz die Signalisierungseinrichtung einen Stromabgriff, der einen vorgegebenen Anteil des Resonanzstromes auskoppelt. Dieser Stromabgriff kann beispielsweise ein Strommeßwiderstand, ein Stromübertrager oder ein Hall-Element

sein. Ebenso kann der Resonanzstrom als Spannungsabfall an einem der Resonanzelemente gemessen werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält die Signalisierungseinrichtung im Falle der Parallelresonanz Komponenten zur Auskopplung eines vorgegebenen Anteils der am Parallelresonanzkreis anliegenden Spannungen. Diese Spannungen können auch indirekt über den Strom durch diese Elemente ermittelt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält die Signalisierungseinrichtung im Falle eines mehrkreisigen Resonanzsystems Komponenten zur Ermittlung der Kombination eines vorgegebenen Anteils mindestens einer Parallelresonanzspannung bzw. eines vorgegebenen Anteils mindestens eines Serienresonanzstromes. Dabei kann die Signalisierungseinrichtung derart ausgeführt sein, daß die Auswertung durch einfache, phasenrichtige Addition dieser Größen erfolgt. Dadurch ist es möglich, je nach Belastungsfall die Schaltung auf einer Serien- oder Parallelresonanz arbeiten zu lassen. Alternativ ist auch eine Umschaltung realisierbar, welche erkennt, ob eine Serien- oder Parallelresonanz vorliegt und entsprechend einen Anteil von Resonanzspannung bzw. Resonanzstrom ermittelt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält die Signalisierungseinrichtung Filterelemente zur Vorselektion zwischen den Abgriffen von Resonanzspannung bzw. -strom.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält die Signalisierungseinrichtung einen Hilfsoszillator, welcher ein Anschwingen der Anordnung beim Einschalten der Versorgungsspannung erleichtert. Beim Einschalten der Versorgungsspannung beginnt ein Oszillator üblicherweise aus dem Rauschen heraus mit der Oszillation. Um ein sicheres und schnelles Anschwingen zu gewährleisten, kann ein solcher Oszillator auch ein Startsignal mit einer vorgegebenen Frequenz erhalten. Wird diese Frequenz in der Nähe der gewünschten Arbeitsfrequenz gewählt, erfolgt das Anschwingen besonders schnell. Durch die Vorgabe des Startsignals kann auch bei mehreren möglichen Resonanzen die Oszillation auf der gewünschten Resonanzfrequenz erfolgen. Würde in einem solchen Fall der Oszillatorstart aus dem Rauschen heraus erfolgen, so kann der Leistungsoszillator auch auf nicht erwünschten Resonanzfrequenzen anschwingen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine weitere Auswerteeinheit vorhanden, welche die Arbeitsfrequenz der Schaltung selbst zur Ermittlung des Abstandes zwischen den gegeneinander beweglichen Teilen verwendet. Da sich die Arbeitsfrequenz im Falle einer induktiven Übertragung bzw. einer kapazitiven Übertragung abhängig vom Abstand der -gegeneinander beweglichen Elemente verändert, kann aus einer Änderung der Arbeitsfrequenz problemlos die entsprechende Änderung des Abstandes ermittelt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen näher beschrieben, in der zeigen:

Fig. 1a bis 1c den prinzipiellen Aufbau erfindungsge
mäßer Vorrichtungen zur kontaktlosen Übertra-
gung elektrischer Signale und/oder Energie,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung
mit kapazitiver Kopplung,

Fig. 3 eine Abwandlung des in Fig. 2 gezeigten Ausfüh-
rungsbeispiels mit symmetrische Anordnung mit
Schirm,

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel mit induktiver
Koppelung,

Fig. 5 eine erfindungsgemäße Vorrichtung an einem
Drehübertrager

Fig. 6a und 6b einen Vergleich zwischen einer Vorrich-
tung nach dem Stand der Technik und einer er-
findungsgemäßen Vorrichtung bei der Differenz-
signal-Übertragung,

Fig. 7a und 7b Darstellungen zur Erläuterung der Tief-
paß-Charakteristik, und

Fig. 8 bis 11 verschiedene Beispiele für die Resonanz-
Kopplung.

Darstellung von Ausführungsbeispielen

In den folgenden Figuren sind gleiche bzw. gleich wirkende Elemente mit den selben Bezugszeichen versehen, so daß z.T. auf eine erneute Vorstellung verzichtet wird.

Die Fig. 1a bis 1c zeigen verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie, wobei in den Figuren lediglich der Sender, und nicht der Empfänger dargestellt ist:

Eine Signalquelle S ist über eine Leiterstruktur 2 mit Koppellelementen C bzw. L verbunden und weiterhin mit einem Wellenwiderstand Z_0 reflexionsfrei abgeschlossen. Im Falle der Verwendung einer erfindungsgemäß aufgebauten Einheit als Empfänger wird an der Stelle der Signalquelle S das übertragene Signal abgegriffen. Die hier gezeigten Anordnungen sind symmetrisch ausgebildet, da es sich hierbei um eine besonders vorteilhafte Ausführungsform handelt. Selbstverständlich sind auch unsymmetrische Ausführungsformen möglich.

Fig. 1a zeigt ein Beispiel für die kapazitive Kopplung; hierbei sind an einem durchgehenden Leiter 2 über eine Stichleitung oder direkt wie bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel flächige leitende Elemente C angesetzt, die die kapazitive Kopplung bewirken.

Fig. 1b zeigt ein Beispiel für die induktive Kopplung; hierbei bildet die Leiterstruktur 2 Schleifen und damit

diskrete Elemente L, die die induktive Kopplung bewirken.

Fig. 1c zeigt ein Beispiel für die induktive und kapazitive Kopplung; hierbei sind sowohl Leiterschleifen L als auch flächige leitende Elemente C vorgesehen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der weiteren Figuren näher erläutert.

Figur 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit kapazitiver Kopplung in unsymmetrischer Ausführung. Auf einem Träger 1, beispielsweise einer Leiterplatte, die insbesondere flexibel ausgebildet sein kann, befindet sich eine Leiterstruktur bzw. ein Leitungsnetz 2, das die kapazitiven Koppelemente 3a, 3b und 3c miteinander verbindet.

Die Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie erfolgt mittels dieser Koppelemente und einer relativ zu diesen Koppelementen bewegbaren Koppleinrichtung 4, die als Empfänger dient. Bei der Koppleinrichtung 4 kann es sich selbstverständlich um gleichartig ausgebildete Elemente, aber auch um herkömmliche Empfänger handeln. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel - hierzu wird auf die Seitenansicht in Fig. 2 verwiesen - ist die Koppleinrichtung 4 ein herkömmlicher Empfänger, der seitlich neben den Koppelementen 3a bis 3c angeordnet ist. Auf der Rückseite der Leiterplatte kann optional eine Massefläche vorgesehen sein.

Fig. 3 zeigt in einem Querschnitt eine Abwandlung des in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiels, bei dem eine symmetrische Anordnung mit einer Schirmung vorgesehen ist. Die Vorrichtung weist ein symmetrisches Leitungssystem bzw. eine symmetrische Leitungsstruktur, bestehend aus einem ersten Leiter 2 und einem zweiten Leiter 12, auf. Diese speisen kapazitive Koppelemente 3 und 13.

Die Koppeleinrichtung 4 ist hier als symmetrische Koppeleinrichtung ausgeführt, die die Leiterplatte 1, auf der die Leiterstrukturen und die Koppelemente angeordnet sind, U-förmig umgibt. Ferner ist ein Schirm 6 vorgesehen, der die gesamte Anordnung umgibt. Der Träger 1, der wiederum eine Leiterplatte sein kann, ist dabei mittels Isolatoren 5 und 15 an dem Schirm 6 befestigt.

Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem eine induktive Kopplung erfolgt. Auf einem Träger 1, welcher auch auf der Rückseite mit einer elektrisch leitfähigen Schicht versehen sein kann, ist wiederum eine Leiterstruktur 2 vorgesehen, die induktive Koppelemente 3a bis 3c verbindet. Die Koppelemente 3a bis 3c sind hierbei in Art einer Leiterschleife ausgebildet. Mit 4 ist wieder eine Koppeleinrichtung herkömmlicher Art bezeichnet.

Die vorstehend anhand der Fig. 1 bis 4 beispielhaft erläuterte erfindungsgemäße Vorrichtung hat eine Reihe

von Vorteilen, die nachstehend anhand der Fig. 5 bis 7 näher erläutert werden:

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die erfindungsgemäße Vorrichtung so ausgebildet ist, daß sie beispielsweise an einem Drehübertrager angebracht werden kann. Die erfindungsgemäß ausgebildete Leiterstruktur 2 mit kapazitiven Elementen 3 (und/oder induktiven Elementen) kann dabei aus einer ebenen Folie oder Leiterplatte 1 gefertigt werden, in die Schlitze eingebracht werden, die ein Biegen auf kleine Radien ermöglicht. Mit einer Streifenleitung, wie sie beim Stand der Technik verwendet wird, wäre dies nicht möglich.

Darüberhinaus hat die erfindungsgemäße Vorrichtung den Vorteil, daß sich bei einer gebogenen Anordnung und einer Differenzsignal-Kopplung nur gering unterschiedliche Leitungslängen ergeben, die zu einer Laufzeitdifferenz und damit zu Signalstörungen und zu unerwünschter Abstrahlung führen. Damit eignet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung besonders für die Differenzsignal-Übertragung, die wiederum den Vorteil hat, daß die Abstrahlung nach außen aufgrund der sich im Außenraum praktisch vollständig kompensierenden Felder minimiert ist.

Fig. 6 zeigt einen Vergleich zwischen als Differenzstruktur ausgebildeten herkömmlichen Streifenleitungen SL (Teilbild a) und einer erfindungsgemäßen Vorrichtung (Teilbild b).

Wie die Figuren 6a und 6b zeigen, sind im Falle einer erfindungsgemäßen Vorrichtung die Leitungen 2 und 12 mit Koppelementen 3 und 13 sehr nahe beieinander, so daß die Differenz ihrer Radien r_1 und r_2 sehr klein ist. Damit ist auch der Längenunterschied und somit die Laufzeitdifferenz minimiert.

Im Falle der Streifenleitungen SL ist jedoch die Differenz der Radien r_1 und r_2 und damit auch die Laufzeitdifferenz vergleichsweise groß.

Fig. 7a zeigt ein vereinfachtes elektrisches Ersatzschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Wie Fig. 7a zeigt, hat die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Tiefpaßcharakteristik. Damit hat die erfindungsgemäße Vorrichtung den Vorteil hoher Störfestigkeit, da Störungen oberhalb der Grenzfrequenz nicht weitergeleitet und damit weder empfangen noch ausgesandt werden können.

Den berechneten Frequenzgang einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zeigt beispielhaft Fig. 7b, in der auf der Abszisse die Frequenz (in MHz) und auf der Ordinate das empfangene Signal (in V) aufgetragenen sind. Wie man sieht, hat die erfindungsgemäße Vorrichtung bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen 1 MHz und nahezu 300 MHz einen praktisch konstanten Frequenzgang, der bei ca. 300 MHz steil auf „Null“ abfällt. Selbstverständlich sind auch andere - höhere oder niedrigere - Grenzfrequenzen als 300 MHz realisierbar.

Fig. 8 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung mit Resonanzkopplung, bestehend aus einem induktiven bzw. kapazitiven Koppelement 83, welches eine Last 84 speist. Dieses Koppelement wird durch zumindest ein Blindelement 82 zu einem resonanzfähigen Gebilde ergänzt. Die Signalisierungseinrichtung 85 bildet aus Resonanzströmen bzw. -spannungen am Koppelement bzw. an den ergänzenden Blindelementen ein Mitkopplungssignal mit einer Amplitude und Phase derart, daß das schaltende bzw. verstärkende Element 81, zusammen mit den ihm nachgeschalteten Blindelementen 82 und 83, die Schwingbedingung erfüllt.

Fig. 9 zeigt eine beispielhafte Anordnung entsprechend der Erfindung im Falle einer kapazitiven Übertragungseinrichtung. Das kapazitive Koppelement 93 speist die Last 94. Es wird zu einem resonanzfähigen Gebilde ergänzt durch die Induktivität 92. Die Signalisierungseinrichtung besteht hier aus einem Strommeßwiderstand 95, welcher an die schaltende oder verstärkende Komponente 91 ein Signal proportional zum Serienresonanzstrom durch Induktivität und Kapazität übermittelt.

Fig. 10 zeigt beispielhaft eine besonders einfache Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anordnung im Falle einer Parallelresonanz an einem induktiven Koppelement. Das induktive Koppelement 103 speist hier eine Last 104. Die Induktivität wird durch die Kapazität 102 zu einem Parallelresonanzkreis ergänzt. Diese Signalisierungseinrichtung besteht hier aus einem Spannungsteiler mit den beiden Widerständen 105 und 106, welche

einen vorgegebenen Anteil der Parallelresonanzspannung an Induktivität und Kapazität abgreift und diese an die schaltende bzw. verstärkende Komponente weiterleitet.

Vorstehend ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsdankens und der allgemeinen Anwendbarkeit beschrieben worden. Insbesondere ist es möglich, die Erfindung nicht nur für Drehübertrager, wie beispielsweise in Computertomographen, Radartürmen, sondern auch für linear bewegliche Übertrager einzusetzen, wie sie in Kränen etc. benötigt werden. Auch kann die Erfindung bei Übertragern eingesetzt werden, die eine zusammengesetzte Bewegung ausführen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie zwischen wenigstens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen, bei der an den Teilen, zwischen denen Signale und/oder Energie übertragen werden soll, eine Vielzahl definierter elektromagnetischer Koppelemente vorgesehen sind, deren Nahfeld die kontaktlose Übertragung bewirkt,
dadurch **gekennzeichnet**, daß jedes der an wenigstens einem Teil vorgesehenen Koppelemente wenigstens einen Resonator enthält, der aus einem einzigen, in sich und unabhängig von den anderen Koppelementen resonanzfähigen Element besteht, dessen Resonanzfrequenz in etwa gleich der Frequenz der zu übertragenden Signale ist, und
 - daß die einzelnen Resonatoren über eine Leitung miteinander verbunden sind, die reflexionsfrei abgeschlossen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der oder die Resonatoren Hohlraum-Resonatoren, Leitungsresonatoren, dielektrische, ferrimagnetische und/oder piezoelektrische Resonatoren sind.
3. Vorrichtung zur kontaktlosen Übertragung elektrischer Signale und/oder Energie zwischen wenigstens

zwei relativ zueinander beweglichen Teilen, bei der an den Teilen, zwischen denen Signale und/oder Energie übertragen werden soll, eine Vielzahl definierter elektromagnetischer Koppelemente vorgesehen sind, deren Nahfeld die kontaktlose Übertragung bewirkt,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Koppelemente an wenigstens einem Teil

- eine als Kaskadenschaltung ausgebildete Leiterstruktur bilden, die reflexionsfrei abgeschlossen ist, und
- daß jedes Koppelement unabhängig von den anderen Koppelementen an diesem Teil ein Resonanzsystem mit einer Resonanzfrequenz ist, die größer als die größte Frequenz der zu übertragenden breitbandigen Signale ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3,

dadurch **gekennzeichnet**, daß das von den Koppelementen gebildete System eine Tiefpaßcharakteristik hat.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leiterstruktur als Gesamtheit nicht resonanzfähig ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,

dadurch **gekennzeichnet**, daß jedes resonanzfähige Koppelement aus einem Glied besteht, das wenigstens einen induktiv und kapazitiv wirkenden Bestandteil enthält, und

daß das nachfolgende Koppelement als Eingangssignal die Spannung bzw. den Strom an wenigstens einem Blindelement des vorigen Koppelementes abgreift.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß jedes Koppelement aus wenigstens einer, bevorzugt einer einzigen, Induktivität und wenigstens einer Kapazität besteht.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die einzelnen Induktivitäten der verschiedenen Koppelemente eines Teils in Reihe geschaltet sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine durchgehende Leitung die einzelnen Induktivitäten der jeweiligen Koppelemente bildet.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kapazitäten als flächige leitende Elemente ausgebildet sind, die über Stichleitungen mit der durchgehenden Leitung verbunden sind oder direkt an diese seitlich anschließen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß beidseits der durchgehenden Leitung flächige leitende Elemente vorgesehen sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Induktivitäten bzw. Kapazitäten als Strukturen einer Leiterplatte ausgebildet sind.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leiterplatte eine flexible Platte ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Leiterplatte Schlitze aufweist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Induktivitäten und/oder die Kapazitäten diskrete Elemente sind.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch **gekennzeichnet**, daß mehrere auf unterschiedliche Frequenzbereiche abgestimmte Koppelelemente räumlich nahe beieinander angeordnet sind, so daß sich eine auf diese Frequenzbereiche abgestimmte Koppelstruktur ergibt.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Aufbau symmetrisch ist.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß auf beiden Seiten einer

Leiterplatte Leiterstrukturen mit einer Massefläche, Kapazitäten und/oder Induktivitäten vorgesehen sind.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Koppelemente als Differenzkoppelemente ausgebildet sind und daß ein Differenzsignal an die Koppelemente angelegt ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß an allen Teilen einander angepaßte, resonanzfähige Koppelemente vorgesehen sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch **gekennzeichnet**, daß lediglich an einem Teil resonanzfähige Koppelemente vorgesehen sind, und daß an den anderen Teilen als Koppelemente herkömmliche Sender bzw. Empfänger vorgesehen sind.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Sender bzw. Empfänger Spulen, Ferritkerne und/oder Kondensatoren aufweisen.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zur Einspeisung der zu übertragenden Signale bzw. der Energie bzw. zur Weiterleitung der übertragenen Signale bzw. Energie

dienenden Leitungssysteme geschirmt und damit von den Koppelementen entkoppelt ausgeführt sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch **gekennzeichnet**, daß wenigstens eine Aktivierungseinheit vorgesehen ist, die erst bei Annäherung der Koppelemente eines relativ bewegten Teiles das jeweilige Koppelement aktiviert.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Koppelemente derart gestaltet sind, daß sie sich in ihren elektrischen Eigenschaften erst durch die dielektrischen oder magnetischen Eigenschaften eines sich annähernden Koppelementes an ihren Arbeitspunkt anpassen.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kopplung der Koppelemente durch zusätzliche aktive oder Koppelemente durch zusätzliche aktive oder passive Bauelemente wie beispielsweise Verstärker und/oder Halbleiterschalter zum Leitungssystem erfolgt.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Koppelemente durch einen Schirm aus elektrisch leitfähigem Material von der Umgebung abgeschirmt sind.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Koppelemente von

einem schaltenden bzw. verstärkenden Element gespeist werden.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine zusätzliche Signalisierungseinrichtung vorhanden ist, die aus Spannungen und Strömen der resonanten Elemente ein Mittkoppelsignal für das schaltende bzw. verstärkende Element derart erzeugt, daß eine Oszillation auf zumindest einer Resonanzfrequenz erfolgt.
30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Signalisierungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie eine Größe proportional zu einem Teil eines Serienresonanzstroms auskoppelt.
31. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Signalisierungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie eine Größe proportional zu einem Teil einer Parallelresonanzspannung auskoppelt.
32. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch **gekennzeichnet**, daß im Falle mehrerer Resonanzen die Signalisierungseinrichtung derart gestaltet ist, daß sie ein kombiniertes Signal, bestehend aus einer Größe proportional zu einem Serienresonanzstrom und proportional zu einer Parallelresonanzspannung auskoppelt.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß ein zusätzlicher Hilfsoszillator vorgesehen ist, der das Anschwingen der Schaltung erleichtert.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteeinrichtung vorhanden ist, welche die Arbeitsfrequenz der Anordnung ermittelt und daraus ein Signal, entsprechend der Größe des Abstandes der gegeneinander beweglichen Einheiten ableitet.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ zueinander beweglichen Teilen eine rotatorische Bewegung ausführen.
36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ zueinander beweglichen Teilen eine translatorische Bewegung ausführen.

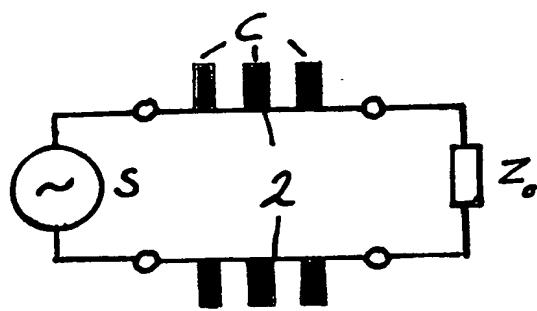
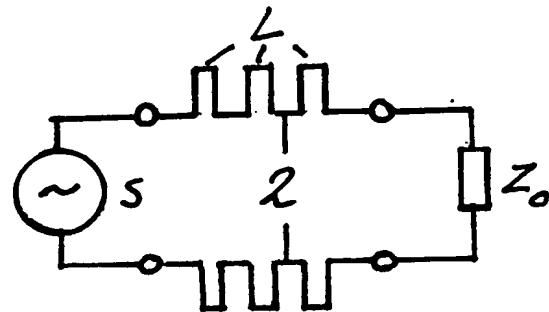
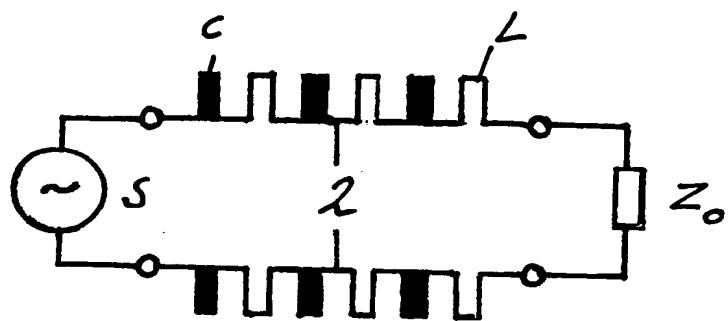
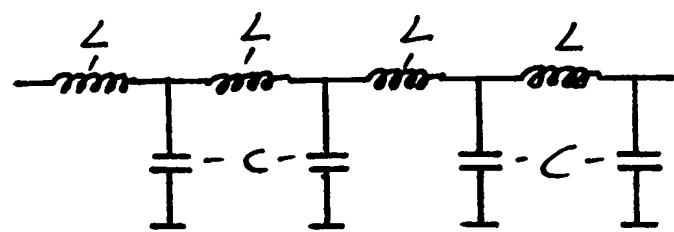
Fig. 1aFig. 1bFig. 1cFig. 7a



FIG. 2

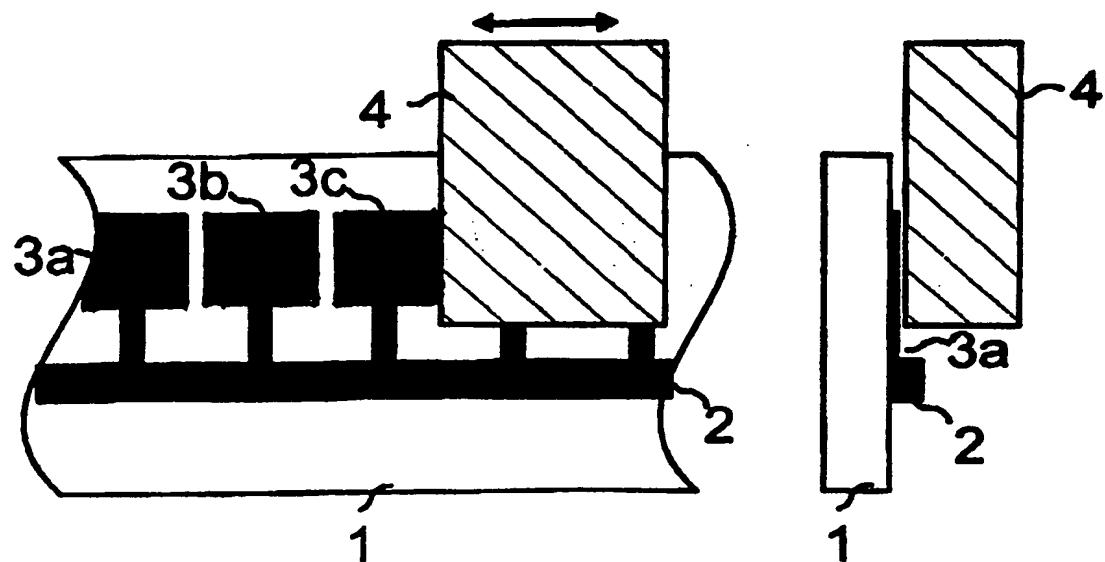
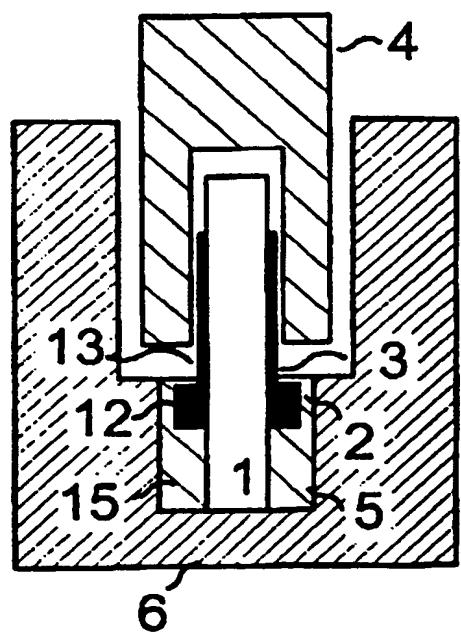


FIG. 3



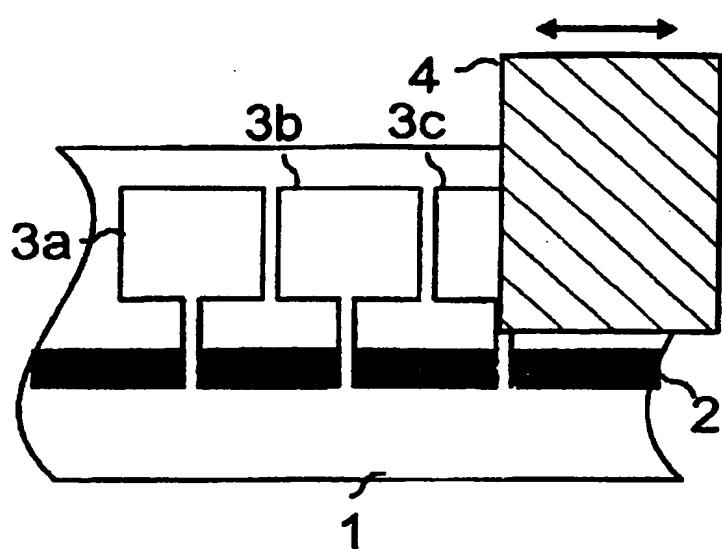


FIG. 4



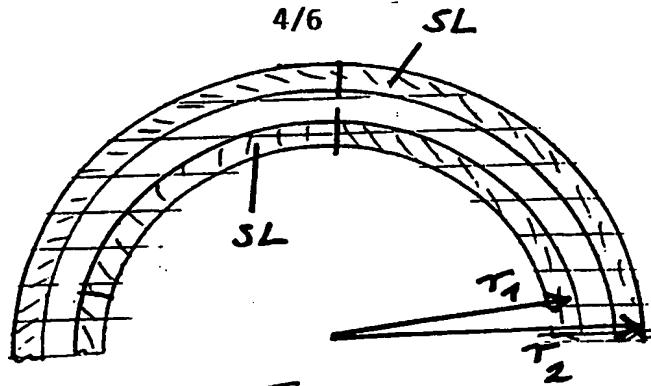


Fig. 6a

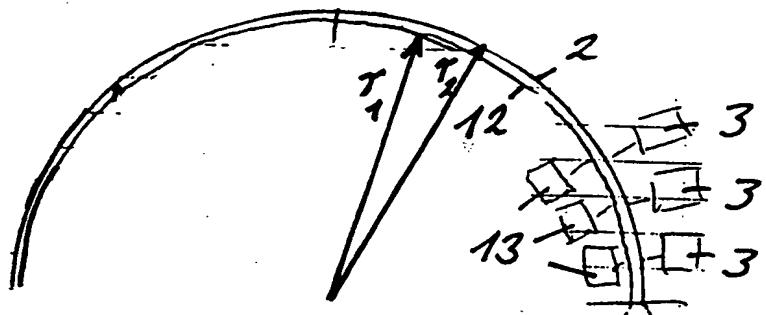


Fig. 6b

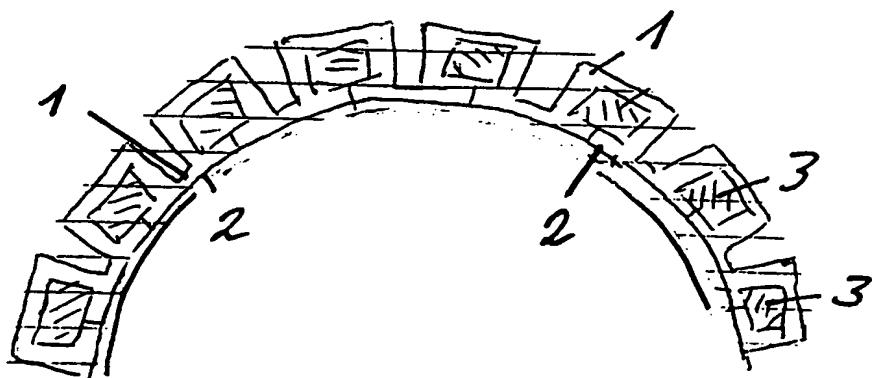


Fig. 5

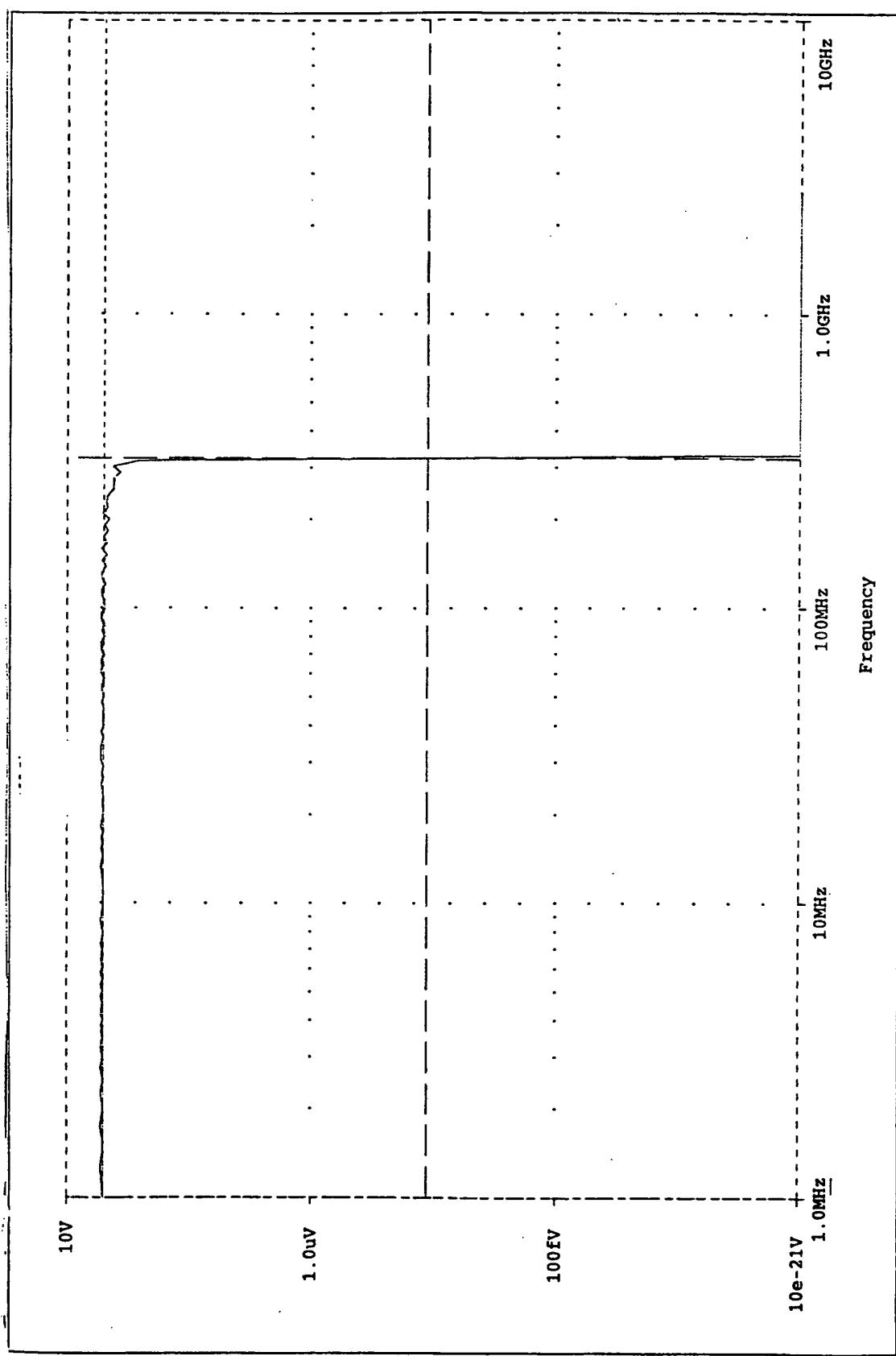


Fig. 76



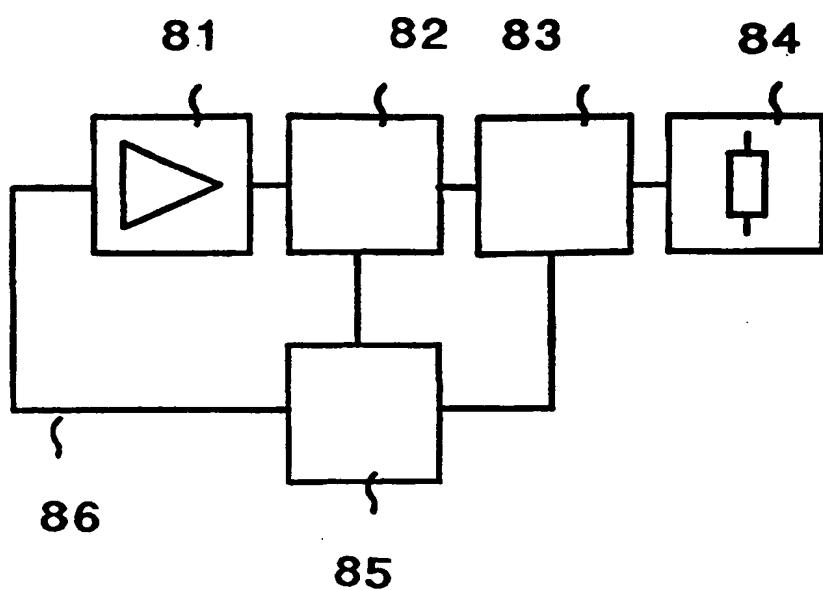


FIG. 8

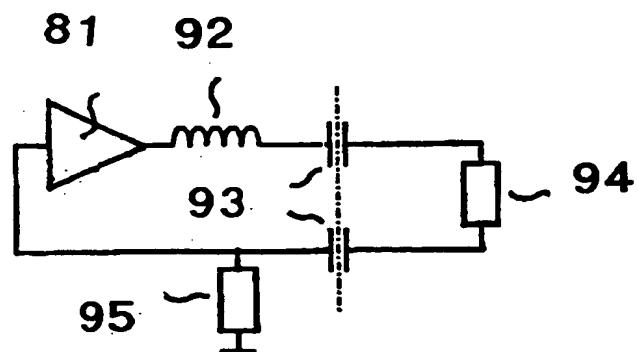


FIG. 9

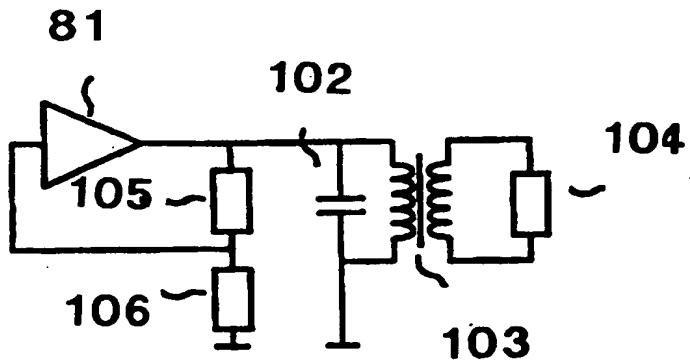


FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/00512

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01P1/06 H04B5/00 H01F38/14

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01P H04B H01F G08C A61B B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|---|
| X | US 4 939 400 A (MATSUSHITA AKIRA ET AL) 3 July 1990 | 1-16, 18-22, 35 |
| Y | see column 1, line 53 - column 5, line 44; figures 1-12 --- | 24-26, 28-32 |
| Y | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 145 (E-029), 14 October 1980 & JP 55 097749 A (KOKUSAI ELECTRIC CO LTD), 25 July 1980, see abstract --- | 24-26, 28-32 |
| X | EP 0 707 388 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD) 17 April 1996 see column 11, line 39 - column 18, line 42; figures 7-37 --- | 1-3, 17, 20, 21, 23, 27, 35, 36 -/- |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 June 1998

Date of mailing of the international search report

15/06/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dhondt, I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat'l Application No

PCT/DE 98/00512

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|---|
| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | FR 2 092 709 A (CGE CIE GLE ELECTR) 28 January 1972 see page 1, line 1 - page 3, line 36; figures 1-4 ----- | 3-12, 16, 17, 21, 23, 27, 35, 36 |
| X | US 4 516 097 A (MUNSON ROBERT E ET AL) 7 May 1985 see column 2, line 8 - column 6, line 47; figures 1-7 ----- | 1, 2, 16-21, 23 |
| A | EP 0 180 213 A (SONY CORP) 7 May 1986 see page 4, line 13 - page 9, line 3; figures 1-3 ----- | 1, 3, 27 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Appl. Application No.

PCT/DE 98/00512

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---|------------------|
| US 4939400 | A 03-07-1990 | JP 1212131 | A | 25-08-1989 |
| EP 0707388 | A 17-04-1996 | NONE | | |
| FR 2092709 | A 28-01-1972 | NONE | | |
| US 4516097 | A 07-05-1985 | NONE | | |
| EP 0180213 | A 07-05-1986 | JP 1009763 | B | 20-02-1989 |
| | | JP 1533918 | C | 12-12-1989 |
| | | JP 61105902 | A | 24-05-1986 |
| | | CA 1249040 | A | 17-01-1989 |
| | | DE 3587469 | A | 26-08-1993 |
| | | DE 3587469 | T | 04-11-1993 |
| | | US 4730224 | A | 08-03-1988 |



INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: als Aktenzeichen
PCT/DE 98/00512

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01P1/06 H04B5/00 H01F38/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H01P H04B H01F G08C A61B B25J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|---|
| X | US 4 939 400 A (MATSUSHITA AKIRA ET AL) 3.Juli 1990 | 1-16, 18-22,35 |
| Y | siehe Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 5, Zeile 44; Abbildungen 1-12 --- | 24-26, 28-32 |
| Y | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 004, no. 145 (E-029), 14.Oktober 1980 & JP 55 097749 A (KOKUSAI ELECTRIC CO LTD), 25.Juli 1980, siehe Zusammenfassung --- | 24-26, 28-32 |
| X | EP 0 707 388 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD) 17.April 1996 siehe Spalte 11, Zeile 39 - Spalte 18, Zeile 42; Abbildungen 7-37 --- | 1-3,17, 20,21, 23,27, 35,36 -/- |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

| | |
|---|--|
| ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "8" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

| | |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 5.Juni 1998 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 15/06/1998 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Dhondt, I |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00512

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|--|---------------------------------------|
| X | FR 2 092 709 A (CGE CIE GLE ELECTR) 28.Januar 1972 siehe Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 36; Abbildungen 1-4 --- | 3-12,16, 17,21, 23,27, 35,36 |
| X | US 4 516 097 A (MUNSON ROBERT E ET AL) 7.Mai 1985 siehe Spalte 2, Zeile 8 - Spalte 6, Zeile 47; Abbildungen 1-7 --- | 1,2, 16-21,23 |
| A | EP 0 180 213 A (SONY CORP) 7.Mai 1986 siehe Seite 4, Zeile 13 - Seite 9, Zeile 3; Abbildungen 1-3 ----- | 1,3,27 |

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internes Aktenzeichen

PCT/DE 98/00512

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|----------------------------|----|--------------------------------|--|----------------------------|
| US 4939400 | A | 03-07-1990 | JP | 1212131 A | | 25-08-1989 |
| EP 0707388 | A | 17-04-1996 | | KEINE | | |
| FR 2092709 | A | 28-01-1972 | | KEINE | | |
| US 4516097 | A | 07-05-1985 | | KEINE | | |
| EP 0180213 | A | 07-05-1986 | JP | 1009763 B | | 20-02-1989 |
| | | | JP | 1533918 C | | 12-12-1989 |
| | | | JP | 61105902 A | | 24-05-1986 |
| | | | CA | 1249040 A | | 17-01-1989 |
| | | | DE | 3587469 A | | 26-08-1993 |
| | | | DE | 3587469 T | | 04-11-1993 |
| | | | US | 4730224 A | | 08-03-1988 |

4
3
2
1
THIS PAGE BLANK (USPTO)